

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日      2001年 7月 5日  
Date of Application:

出願番号      特願2001-205349  
Application Number:

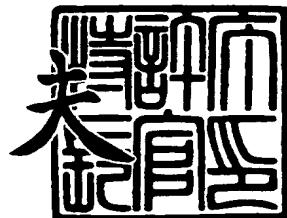
[ST. 10/C] : [JP2001-205349]

出願人      日新製鋼株式会社  
Applicant(s):

2003年10月 3日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康



【書類名】 特許願

【整理番号】 413B11033

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C22C 38/00

【発明者】

【住所又は居所】 山口県新南陽市野村南町4976番地 日新製鋼株式会  
社 ステンレス事業本部内

【氏名】 鈴木 聰

【発明者】

【住所又は居所】 山口県新南陽市野村南町4976番地 日新製鋼株式会  
社 ステンレス事業本部内

【氏名】 田中 秀記

【発明者】

【住所又は居所】 山口県新南陽市野村南町4976番地 日新製鋼株式会  
社 ステンレス事業本部内

【氏名】 平松 直人

【特許出願人】

【識別番号】 000004581

【氏名又は名称】 日新製鋼株式会社

【代表者】 田中 實

【選任した代理人】

【識別番号】 100092392

【弁理士】

【氏名又は名称】 小倉 亘

【選任した代理人】

【識別番号】 100116621

【弁理士】

【氏名又は名称】 岡田 萬里

**【代理人】**

【識別番号】 100092392

**【弁理士】**

【氏名又は名称】 小倉 亘

**【手数料の表示】**

【予納台帳番号】 011660

【納付金額】 21,000円

**【提出物件の目録】**

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 被削性に優れたマルテンサイト系ステンレス鋼及びフェライト系ステンレス鋼及び製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 C: 0.01~0.5質量%, Si: 1.0質量%以下, Mn: 1.0質量%以下, Cr: 10~15質量%, Ni: 0.60質量%以下, Cu: 0.5~6.0質量%, Sn又はIn: 0.005質量%以上を含み、残部が実質的にFeの組成をもち、Sn又はInを10質量%以上含むCuを主体とする第2相が0.2体積%以上の割合でマトリックスに分散していることを特徴とする被削性に優れたマルテンサイト系ステンレス鋼。

【請求項2】 C: 0.001~0.1質量%, Si: 1.0質量%以下, Mn: 1.0質量%以下, Cr: 15~30質量%, Ni: 0.60質量%以下, Cu: 0.5~6.0質量%, Sn又はIn: 0.005質量%以上を含み、残部が実質的にFeの組成をもち、Sn又はInを10質量%以上含むCuを主体とする第2相が0.2体積%以上の割合でマトリックスに分散していることを特徴とする被削性に優れたフェライト系ステンレス鋼。

【請求項3】 S: 0.15質量%未満, Nb: 0.01~1.0質量%, Ti: 0.01~1質量%, Mo: 3質量%以下, Zr: 1質量%以下, Al: 1質量%以下, V: 1質量%以下, B: 0.05質量%以下及び希土類元素(REM): 0.05質量%以下の1種又は2種以上を更に含む請求項1又は2に記載のマルテンサイト系又はフェライト系ステンレス鋼。

【請求項4】 請求項1~3の何れかに1に記載の組成をもつマルテンサイト系又はフェライト系ステンレス鋼を熱間圧延後から最終製品となるまでの間に500~900℃の温度範囲で1時間以上加熱保持する時効処理を1回以上施し、Sn又はInを10質量%以上含むCuを主体とする第2相の析出を促進させることを特徴とする被削性に優れたマルテンサイト系又はフェライト系ステンレス鋼の製造方法。

【発明の詳細な説明】

### 【0001】

#### 【産業上の利用分野】

本発明は、毒性のないCuの添加によって被削性を改善したフェライト系及びマルテンサイト系ステンレス鋼に関する。

### 【0002】

#### 【従来の技術】

精密機械工業の著しい発達や家庭電気器具、家具調度品等の需要増加により、従来ステンレス鋼が使用されていなかった部分にもステンレス鋼が使用されるようになってきた。また、工作機械の自動化・省力化に伴って被削性に優れたステンレス鋼が望まれているため、JISG4303に規定されるSUS430Fのように快削性元素としてSを添加し、SAEに規定される51430(AISI規格でType430Se相当)のようにSeを添加し、被削性を改善したフェライト系ステンレス鋼が使用されている。さらにマルテンサイト系ステンレス鋼としては、JISG4303に規定されるSUS410FやSUS410F2のように快削性元素としてPbを添加し、或いはSUS416, SUS420FのようにSを添加して被削性を改善したステンレス鋼が使用されている。

### 【0003】

#### 【発明が解決しようとする課題】

しかし、快削性元素として有効なSは、熱間加工性、延性及び耐食性を著しく低下させる。しかも、機械的性質に異方性を生じさせる原因にもなる。Pb添加により被削性を向上させたフェライト系又はマルテンサイト系ステンレス鋼は、使用中に有害なPbの溶出があり、リサイクル利用しにくい材料でもある。他に、Se添加により被削性を付与したSAE規定の51430FSe(AISI規格でType430Seに相当)では、有害な元素を添加することが環境対策上で問題になっている。

### 【0004】

ところで、本発明者らは、環境に悪影響を及ぼすことなく被削性を著しく向上させる手段として、一定量以上のCを含むCuを主体とした第2相を所定量析出させたマルテンサイト系及びフェライト系ステンレス鋼を紹介した(特願200

0-177786)。

本発明は、先に紹介したCu主体の第2相による性質改善を更に発展させたマルテンサイト系及びフェライト系ステンレス鋼を得ることを目的とする。

### 【0005】

#### 【課題を解決するための手段】

本発明は、Sn又はInを10質量%以上含むCuを主体する第2相が0.2体積%以上の割合でマトリックスに分散されることにより、環境に悪影響を及ぼすことなくマルテンサイト系及びフェライト系ステンレス鋼の被削性を改善したものである。

### 【0006】

具体的には、C:0.01~0.5質量%, Si:1.0質量%以下, Mn:1.0質量%以下, Cr:10~15質量%, Ni:0.60質量%以下, Cu:0.5~6.0質量%を含み、更に必要に応じてS:0.15質量%未満, Nb:0.01~1.0質量%, Ti:0.01~1質量%, Mo:3質量%以下, Zr:1質量%以下, Al:1質量%以下, V:1質量%以下, B:0.05質量%以下及び希土類元素(REM):0.05質量%以下の1種又は2種以上を含み、残部が実質的にFeの組成をもつマルテンサイト系ステンレス鋼に、Sn又はIn:0.005質量%以上を含有させ、Sn又はInを10質量%以上含むCuを主体する第2相が0.2体積%以上の割合でマトリックスに分散した組織をもたせたものである。

### 【0007】

また、C:0.001~0.1質量%, Si:1.0質量%以下, Mn:1.0質量%以下, Cr:15~30質量%, Ni:0.60質量%以下, Cu:0.5~6.0質量%を含み、更に必要に応じてS:0.15質量%未満, Nb:0.01~1.0質量%, Ti:0.01~1質量%, Mo:3質量%以下, Zr:1質量%以下, Al:1質量%以下, V:1質量%以下, B:0.05質量%以下及び希土類元素(REM):0.05質量%以下の1種又は2種以上を含み、残部が実質的にFeの組成をもつフェライト系ステンレス鋼に、Sn又はIn:0.005質量%以上を含有させ、Sn又はInを10質量%以上含むCu

を主体する第2相が0.2体積%以上の割合でマトリックスに分散した組織をもたせたものである。

### 【0008】

このようなSn又はInを10質量%以上含むCuを主体する第2相は、所定組成に調整されたマルテンサイト系又はフェライト系ステンレス鋼を、熱間圧延後から最終製品となるまでの間に500～900℃の温度範囲で1時間以上加熱保持する時効処理を1回以上施すことにより、マトリックス中に分散析出される。

### 【0009】

#### 【作用】

ステンレス鋼は、全般的に被削性が悪く、難削材の一つに数えられている。被削性が悪い原因として、熱伝導率が低いこと、加工硬化の程度が大きいこと、凝着しやすいこと等が挙げられる。

本発明者等は、工具—被削材との潤滑及び熱伝導に及ぼす $\epsilon$ -Cu等のCu主体の第2相(Cuリッチ相)の作用に着目し、ステンレス鋼中にCuを添加し、一部がCuリッチ相として微細にかつ均一に析出していると、被削性が改善されることを見い出した。Cuリッチ相による被削性の改善は、切削時において工具掬い面上でのCuリッチ相による潤滑、熱伝導作用に基づく減摩により、切削抵抗が減少すると共に工具寿命を延ばし、結果として被削性が向上するものと考えられる。

特にフェライト系ステンレス鋼や焼き鈍し状態のマルテンサイト系ステンレス鋼では、結晶構造が体心立方晶b.c.c.であり、この中に面心立方晶f.c.c.のCuリッチ相を析出させることは、Cuリッチ相と同じ結晶構造をもつオーステナイト系ステンレス鋼にCuリッチ相を析出させた場合に比較して被削性向上に関して更に大きな効果が得られる。

### 【0010】

Cuリッチ相の分散析出がオーステナイト系とマルテンサイト系、フェライト系で異なる原因是次のように推察される。体心立方晶の結晶構造をもつマルテンサイト系又はフェライト系ステンレス鋼のマトリックスに面心立方晶のCuリッ

チ相を析出させると、Cuリッチ相によって結晶整合性が低下し、大きな転位の集積が可能になる。さらに本発明の根幹であるSn又はInを0.005質量%以上添加することにより、Cuリッチ相中に10質量%以上のSn又はInが濃化し、融点の低いCu-Sn合金又はCu-In合金を形成する。このように転位の集積が高く、かつ融点が低いCuリッチ相が異物としてマトリックスに分散するため、破壊現象である被削性が向上し、かつ低融点の異物が切削工具との間で潤滑作用をするため、工具寿命が著しく向上することになる。

#### 【0011】

Cuリッチ相を析出させる手段としては、Cuリッチ相が析出し易い温度域で時効等の等温加熱すること、加熱後の降温過程で析出温度域の通過時間が出来るだけ長くなる条件下で徐冷すること等が考えられる。本発明者等は、Cuリッチ相の析出について種々調査研究した結果、最終焼鈍後に500～900℃の温度域で時効処理するとSn又はInを10質量%以上含む低融点のCuリッチ相の析出が促進され、優れた被削性がマルテンサイト系及びフェライト系ステンレス鋼に付与されることを見出した。

Cuリッチ相の析出は、炭窒化物や析出物を形成し易いNb, Ti, Mo等の元素の添加や、S含有量を増やして硫化物を形成することによっても促進される。炭窒化物や硫化物等は、析出サイトとして働き、マトリックスにCuリッチ相を均一分散させ、製造性を効率よく改善する。

#### 【0012】

以下、本発明のマルテンサイト系及びフェライト系ステンレス鋼に含まれる合金成分、含有量等を説明する。

C : 0.001～0.1質量% (フェライト系)

C : 0.01～0.5質量% (マルテンサイト系)

Cuリッチ相に固溶してCuリッチ相を脆化させると共に、Cuリッチ相の析出サイトとして有効なCr炭化物を生成し、微細なCuリッチ相をマトリックス全体に渡って均一分散させる作用を呈する。このような作用を呈するためには、フェライト系では0.001質量%以上、マルテンサイト系では0.01質量%以上必要である。しかし、過剰なC含有量は製造性や耐食性を低下させる原因と

なるので、本発明では、C含有量の上限をフェライト系では0.1質量%，マルテンサイト系では0.5質量%に設定した。

### 【0013】

#### S i : 1. 0 質量%以下

耐食性の改善に有効な合金成分である。しかし、1.0質量%を超える過剰量でS iが含まれると、製造性が劣化する。

#### Mn : 1. 0 質量%以下

製造性を改善すると共に、鋼中の有害なSをMnSとして固定する作用を呈する。MnSは、被削性の向上にも有効に働くと共に、Cuリッチ相生成の核として作用するため、微細なCuリッチ相の生成に有効な合金成分である。しかし、1.0質量%を超える過剰量のMnが含まれると、耐食性が劣化する傾向を示す。

### 【0014】

#### S : 0. 15 質量%以下

被削性の改善に有効なMnSを形成する元素であるが、S含有量が0.15重量%を超えると熱間加工性及び延性が著しく低下する。したがって、本発明においてはS含有量の上限を0.15質量%に設定した。

#### Cr : 10 ~ 30 質量% (フェライト系)

#### Cr : 10 ~ 15 質量% (マルテンサイト系)

ステンレス鋼本来の耐食性を維持するために必要な合金成分であり、要求される耐食性を確保するために10質量%以上のCrを添加する。しかし、フェライト系では30質量%を超える過剰量のCrが含まれると、製造性、加工性に悪影響を及ぼす。また、マルテンサイト系ステンレス鋼においては、15質量%を超える過剰量のCrが含まれると、フェライト相が安定化し、焼入れ時にマルテンサイト組織が得られがたくなる。

### 【0015】

#### Ni : 0. 60 質量%以下

フェライト系及びマルテンサイト系ステンレス鋼の工業的な製造工程では、原料から不可避的に混入する成分である。本発明では、通常の生産ラインで混入す

るレベルの上限値0.60質量%にNi含有量の上限を設定した。

#### Cu : 0.5 ~ 6.0 質量%

本発明のステンレス鋼において最も重要な合金成分であり、良好な被削性を発現させるためには、0.2体積%以上の割合でCuリッチ相がマトリックスに析出していることが必要である。各合金成分の含有量が前述のように特定された組成のフェライト系及びマルテンサイト系ステンレス鋼で0.2体積%以上のCuリッチ相を析出させるため、Cu含有量を0.5質量%以上としている。しかし、6.0質量%を超える過剰量のCu添加は、製造性、加工性、耐食性等に悪影響を及ぼす。マトリックスに析出するCuリッチ相は、析出物のサイズに特別な制約を受けるものではないが、表面及び内部においても均一分散していることが好ましい。Cuリッチ相の均一分散は、被削性を安定して改善する。

#### **【0016】**

#### Sn又はIn : 0.005 質量%以上

Cu同様、本発明において最も重要な合金成分であり、良好な被削性を発現させるためには、10質量%以上の割合でCuリッチ相に含まれている必要がある。この割合でCuリッチ相にSn又はInのいずれか又は両方が含まれているとき、Cuリッチ相自身が低融点化するため被削性が著しく向上する。この低融点化を発現させるためには、合金全体としてSn又はInの含有量を0.005質量%以上とする必要がある。ただし、含有量の増加により、過度に低融点化すると液膜脆化により熱間圧延性が著しく低下するため、その上限値は0.5質量%とすることが望ましい。

#### **【0017】**

#### Nb : 0.01 ~ 1 質量%

Cuリッチ相は、各種析出物のなかでもNb系析出物の周囲に析出する傾向が強い。したがって、Cuリッチ相を均一に析出分散させるためには、必要に応じてNbの炭化物、窒化物、炭窒化物等を微細に析出させた組織が好ましい。しかし、過剰量のNb添加は、製造性や加工性に悪影響を及ぼす。したがって、Nbを添加する場合、Nb含有量を0.01~1質量%の範囲で選定する。

#### Ti : 0.02 ~ 1 質量%

必要に応じて添加される合金成分であり、Nbと同様にCuリッチ相の析出サイトとして有効な炭窒化物を形成する合金成分である。しかし、過剰量のTi添加は、製造性や加工性を劣化させ、製品表面に疵を発生させ易くする原因となる。したがって、Tiを添加する場合、Ti含有量を0.02～1質量%の範囲で選定する。

#### 【0018】

##### Mo：3質量%以下

必要に応じて添加される合金成分であり、耐食性を向上させると共に、微細なCuリッチ相の核サイトとして有効なFe<sub>2</sub>Mo等の金属間化合物として析出する。しかし、3質量%を超える過剰なMo含有は、製造性及び加工性に悪影響を及ぼす。

##### Zr：1質量%以下

必要に応じて添加される合金成分であり、微細なCuリッチ相の核サイトとして有効な炭窒化物となって析出する。しかし、Zrの過剰添加は製造性や加工性に悪影響を及ぼすので、Zrを添加する場合には含有量の上限を1質量%に規制する。

#### 【0019】

##### Al：1質量%以下

必要に応じて添加される合金成分であり、Moと同様に耐食性を改善すると共に、微細なCuリッチ相の核サイトとして有効な化合物として析出する。しかし、過剰なAl添加は製造性及び加工性を劣化させるので、Alを添加する場合には含有量の上限を1質量%に規制する。

##### V：1質量%以下

必要に応じて添加される合金成分であり、Zrと同様に微細なCuリッチ相の核サイトとして有効な炭窒化物となって析出する。しかし、Zrの過剰添加は製造性や加工性に悪影響を及ぼすので、Zrを添加する場合には含有量の上限を1質量%に規制する。

#### 【0020】

##### B：0.05質量%以下

必要に応じて添加される合金成分であり、熱間加工性を改善すると共に、析出物となってマトリックスに分散する。Bの析出物も、Cuリッチ相の析出サイトとして働く。しかし、Bの過剰添加は熱間加工性を低下させることになるので、Bを添加する場合には含有量の上限を0.05質量%に規制する。

#### 希土類元素（REM）：0.05質量%以下

必要に応じて添加される合金成分であり、適量の添加によってBと同様に熱間加工性を改善する。また、Cuリッチ相の析出に有効な析出物となってマトリックスに分散する。しかし、過剰に添加すると熱間加工性が劣化するので、希土類元素を添加する場合には含有量の上限を0.05質量%に規制する。

#### 【0021】

##### 熱処理温度：500～900℃

Cuリッチ相の析出により優れた被削性を得るために、500～900℃の時効処理が有効である。時効処理温度が低くなるほど、マトリックス中の固溶Cu量が少くなり、Cuリッチ相の析出量が増加する。しかし、低すぎる時効処理温度では、拡散速度が遅くなるため、析出量が却って減少する傾向がみられる。被削性に有効なCuリッチ相の析出に及ぼす時効処理温度の影響を種々の実験から調査したところ、500～900℃の温度域で時効処理するとき、被削性に最も有効なCuリッチ相が0.2体積%以上の割合で析出することを見出した。時効処理は、好ましくは1時間以上で施され、熱間圧延終了後から製品となるまでの何れの段階で実施しても良い。

#### 【0022】

##### 【実施例1】

表1に示した組成をもつ各種マルテンサイト系ステンレス鋼を300kg真空溶解炉で溶製し、1230℃で1時間加熱後、熱間圧延し、種々の温度で時効処理を施した後、酸洗して板厚4mm、幅500mm、長さ1200mmの鋼板を得た。

【0023】

表1：使用したマルテンサイト系ステンレス鋼の成分・組成

試験番号	合金成分及び含有量 (質量%)								
	C	Si	Mn	S	Ni	Cr	Cu	Sn	その他
MA	0.061	0.31	0.81	0.005	0.12	11.62	3.01	0.004	
MB	0.058	0.33	0.77	0.002	0.33	11.24	2.98	0.006	
MC	0.059	0.28	0.34	0.012	0.18	11.98	3.21	0.212	
MD	0.066	0.41	0.64	0.001	0.21	12.43	1.53	0.487	
ME	0.062	0.37	0.82	0.009	0.34	12.02	2.87	0.512	
MF	0.102	0.29	0.43	0.008	0.42	14.12	0.47	0.112	
MG	0.007	0.37	0.51	0.004	0.26	11.76	0.54	0.142	
MH	0.088	0.51	0.31	0.005	0.22	13.21	1.01	0.213	
MI	0.052	0.34	0.62	0.012	0.44	12.02	4.03	0.081	
MJ	0.088	0.51	0.31	0.089	0.22	13.21	1.01	0.213	
MK	0.051	0.33	0.83	0.143	0.34	11.76	1.32	0.241	
ML	0.102	0.28	0.92	0.152	0.28	11.22	1.28	0.198	
MM	0.152	0.87	0.43	0.008	0.60	10.91	0.88	0.081	Nb:0.36
MN	0.008	0.12	0.88	0.012	0.22	13.09	1.23	0.092	Ti:0.35
MO	0.043	0.08	0.97	0.014	0.09	12.55	5.21	0.002	In:0.082
MP	0.002	0.98	0.24	0.092	0.18	12.12	1.98	0.152	Al:0.07
MQ	0.021	0.44	0.12	0.082	0.43	12.38	4.12	0.443	Zr:0.88
MR	0.123	0.42	0.18	0.003	0.26	12.21	2.33	0.289	V:0.82
MS	0.089	0.33	0.21	0.003	0.31	12.41	1.21	0.181	B:0.006
MT	0.063	0.42	0.47	0.251	0.51	12.76	0.32	0.001	

【0024】

得られた鋼板を用い、横型フライス盤により被削性の評価を実施した。図1に評価試験の概要を示す。カッタはJIS B 4107に規定される外径125mm、幅10mmの超硬フライスを用い、ダウンカットで回転速度2000r.p.m.、送り速度0.6m/min、切り込み深さ0.5mm、切削方向は圧延方向に直角な方向として無潤滑で切削した。鋼板の長手方向1200mmを連続切削し、引き続き、幅方向に10mm送って隣接する長手方向の切削を実施した。鋼板広面全域を0.5mm切り込んだ後は、もとの起点に戻り、新たに0.5mmの切り込みを行った。これを繰返し、バイト刃先が0.1mm減少するまでの切削時間を寿命判定基準としてバイト摩耗を評価した。また、同じ鋼材から切り出した試験片を透過型電子顕微鏡で組織観察し、画像処理によってマトリックスに分散析出しているCuリッチ相を定量化してCuリッチ相の体積分率（体積%）を求めた。さらに、Cuリッチ相中のSn又はIn含有量をEDX分析により定量化した。

#### 【0025】

790°C×9時間で時効処理した試験番号MA-1～MT-1の供試材について行った被削性の評価結果を表2に示す。表2において、従来から被削性の良好な材料とされている試験番号MT-1と比較し、試験番号MT-1より良好な被削性を示すものを○、同等の被削性を示すものを○、試験番号MT-1より被削性が劣るものを×と判定した。

本発明に従った試験番号MB-1, MC-1, MD-1, MF-1, MG-1, MI-1, MJ-1, MK-1, ML-1, MM-1, MN-1, MO-1, MP-1, MQ-1, MR-1及びMS-1の各供試材は、何れも0.5質量%以上のCuを含み、0.005質量%以上のSnが添加されており、時効処理によって10質量%以上のSn（MO-1においてはIn）を含むCuリッチ相が0.2体積%以上の割合でマトリックスに分散析出しており、何れも良好な被削性を示していた。

#### 【0026】

これに対し、Cu含有量が0.5質量%以上であっても時効処理を施していない試験番号MB-2, MC-2, MD-2, MF-2, MG-2, MI-2, M

J-2, MK-2, ML-2, MM-2, MN-2, MO-2, MP-2, MQ-2, MR-2 及び MS-2 の各供試材では、Cu リッチ相の析出量が 0.2 体積% を下回っており、被削性が劣っていた。また、時効処理を施した鋼材であっても Cu 含有量が 0.5 質量% 未満の試験番号 MF-1、2 では、Cu リッチ相の析出量が 0.2 体積% に達せず、被削性に劣っていた。さらに、Cu 含有量が 0.5 質量% 以上であり、かつ Cu リッチ相が 0.2 体積% 認められた MA-1 は、従来から被削性の良好な材料とされている試験番号 MT-1 と比較し良好な被削性を示すが、Sn 含有量が 0.005 質量% 未満であるため、Cu リッチ相中の Sn 量が 1.0 質量% に達せず被削性が劣っていた。さらに、S 含有量が 0.15 質量% を超える ML-1 では熱間変形能が低く、評価試料として製造できなかつた。

## 【0027】

表2：析出したCuリッチ相が被削性に及ぼす影響

試験番号	時効処理	Cuリッチ相			バイト 摩耗 時間 (分)	被削性	区分
		析出量 (体積%)	Sn濃度 (質量%)	In濃度 (質量%)			
MA-1	あり	0.48	8.9	—	192	◎	従来技術
MA-2	なし	0.18	8.2	—	105	×	比較例
MB-1	あり	0.51	12.3	—	251	◎	本発明例
MB-2	なし	0.07	10.5	—	110	×	比較例
MC-1	あり	0.44	63.1	—	487	◎	本発明例
MC-2	なし	0.08	55.3	—	98	×	比較例
MD-1	あり	0.48	71.3	—	587	◎	本発明例
MD-2	なし	0.12	54.1	—	101	×	比較例
ME-1	—	【熱延不可】				比較例	
MF-1	あり	0.11	55.0	—	172	×	比較例
MF-2	なし	0.02	57.0	—	101	×	比較例
MG-1	あり	0.42	81.0	—	298	◎	本発明例
MH-1	あり	0.49	79.1	—	442	◎	本発明例
MI-1	あり	0.51	88.1	—	487	◎	本発明例
MJ-1	あり	0.33	73.1	—	351	◎	本発明例
MK-1	あり	0.34	68.9	—	512	◎	本発明例
ML-1	—	【熱延不可】				比較例	
MM-1	あり	0.33	51.2	—	422	◎	本発明例
MN-1	あり	0.56	58.9	—	678	◎	本発明例
MO-1	あり	0.51	—	60.1	542	◎	本発明例
MP-1	あり	0.28	67.8	—	123	×	比較例
MQ-1	あり	0.44	89.0	—	123	×	比較例
MR-1	あり	0.54	83.2	—	123	×	比較例
MS-1	あり	0.49	54.4	—	123	×	比較例
MT-1	なし	—	—	—	180	○	比較例

時効処理：790℃×9時間

## 【0028】

## 【実施例2】

表1の鋼材MCを用いて、実施例1と同じ条件で供試材を作製した。得られた供試材に、450～950°C及び0.5～16時間の範囲で条件を種々変更した時効処理を施した。時効処理後の各供試材について、実施例1と同様に被削性を調査した。その結果を表3に示すが、500～900°Cで1時間以上時効処理された試験番号MC-4, MC6～MC10は、10質量%以上のSnを含むCuリッチ相の析出量が0.2体積%以上となっており、被削性に優れていた。他方、時効処理温度が500～900°Cの範囲にあっても、時効処理時間が1時間に満たない試験番号MC-5では、Cuリッチ相が0.2体積%に達せず、被削性に劣っていた。また、時効処理温度が500°C未満、あるいは900°Cを超えると、Cuリッチ相の析出量が0.2体積%未満となり、被削性に劣っていた。

以上の結果から、被削性の改善には、0.5質量%以上のCu含有量、10質量%以上のSn又はInを含有するCuリッチ相が0.2体積%以上の析出が必要であることが確認された。また、Cuリッチ相を0.2体積%以上で析出させるためには、500～900°C×1時間以上の時効処理が必要であることが判る。

## 【0029】

表3：時効処理条件がCuリッチ相の析出及び被削性に及ぼす影響

試験番号	時効処理		Cuリッチ相		バイト摩耗時間(分)	被削性	区分
	温度(℃)	時間(時)	析出量(体積%)	Sn濃度(質量%)			
MC-3	450	12	0.11	24.3	145	×	比較例
MC-4	500	7	0.34	55.1	455	◎	本発明例
MC-5	500	0.5	0.12	48.3	171	×	比較例
MC-6	500	1	0.21	59.1	501	◎	本発明例
MC-7	600	10	0.39	62.1	498	◎	本発明例
MC-8	700	12	0.42	71.9	389	◎	本発明例
MC-9	800	8	0.44	72.1	442	◎	本発明例
MC-10	900	16	0.45	73.1	352	◎	本発明例
MC-11	950	9	0.19	71.1	127	×	比較例

## 【0030】

## 【実施例3】

表4に示した組成をもつ各種フェライト系ステンレス鋼を300kg真空溶解炉で溶製し、1230℃で1時間加熱後、熱間圧延し、種々の温度で時効処理を施した後、酸洗して板厚4mm、幅500mm、長さ1200mmの鋼板を得た。

得られた鋼板を用い、実施例1と同様に横型フライス盤により被削性の評価を実施し、バイト刃先が0.1mm減少するまでの切削時間を寿命判定基準としてバイト摩耗を評価した。また、同じ鋼材から切り出した試験片を透過型電子顕微鏡で組織観察し、画像処理によってマトリックスに分散析出しているCuリッチ相を定量化してCuリッチ相の体積分率(体積%)を求めた。さらに、Cuリッ

チ相中の S n 又は I n 含有量を E D X 分析により定量化した。

### 【0031】

表4：使用したフェライト系ステンレス鋼の成分・組成

試験番号	合金成分及び含有量 (質量%)								
	C	Si	Mn	S	Ni	Cr	Cu	Sn	その他
FA	0.054	0.56	0.34	0.002	0.23	16.25	2.02	0.003	
FB	0.058	0.42	0.52	0.003	0.33	16.01	1.88	0.007	
FC	0.045	0.31	0.34	0.012	0.21	17.21	1.51	0.101	
FD	0.023	0.21	0.44	0.002	0.31	18.12	1.53	0.531	
FE	0.033	0.29	0.12	0.007	0.42	17.33	0.48	0.112	
FF	0.021	0.21	0.33	0.142	0.25	16.98	1.44	0.198	
FG	0.009	0.31	0.2	0.005	0.26	17.02	1.46	0.098	Nb:0.32
FH	0.021	0.41	0.23	0.007	0.42	16.53	2.43	0.132	Ti:0.28
FI	0.061	0.55	0.42	0.004	0.12	16.31	1.34	0.121	Al:0.06
FJ	0.001	0.31	0.34	0.012	0.21	17.21	1.21	0.098	Zr:0.45
FK	0.003	0.21	0.12	0.011	0.33	16.91	1.01	0.143	In:0.12
FL	0.021	0.18	0.41	0.009	0.54	16.43	1.98	0.221	B:0.009
FM	0.009	0.13	0.22	0.003	0.11	17.21	0.98	0.329	REM:0.015
FN	0.041	0.23	0.22	0.278	0.12	17.33	0.12	0.002	

### 【0032】

820°C×9時間で時効処理した試験番号 F A - 1 ~ F T - 1 の供試材について行った、被削性の評価結果を表5に示す。表5において、従来から被削性の良好な材料とされている試験番号 F N - 1 と比較し、試験番号 F N - 1 より良好な被削性を示すものを○，同等の被削性を示すものを○，試験番号 F N - 1 より被削性が劣るものを×と判定した。

本発明に従った試験番号 F B - 1 , F C - 1 , F F - 1 , F G - 1 , F H - 1

, F I - 1, F J - 1, F K - 1, F L - 及び FM - 1 の各供試材は、何れも 0 . 5 質量%以上 の Cu を含み、 0.005 質量%以上 の Sn が添加されており、 時効処理によって 10 質量%以上 の Sn (F K - 1 においては In) を含む Cu リッチ相が 0.2 体積%以上の割合でマトリックスに分散析出しており、 何れも 良好的な被削性を示していた。

### 【0033】

これに対し、 Cu 含有量が 0.5 質量%以上であっても時効処理を施していない 試験番号 FB - 2, FC - 2, FF - 2, FG - 2, FH - 2, FI - 2, FJ - 2, FK - 2, FL - 2 及び FM - 2 各供試材では、 Cu リッチ相の析出量 が 0.2 体積%を下回っており、 被削性が劣っていた。 また、 時効処理を施した 鋼材であっても Cu 含有量が 0.5 質量%未満 の試験番号 FE - 1, 2 では、 Cu リッチ相の析出量が 0.2 体積%に達せず、 被削性に劣っていた。 さらに、 Cu 含有量が 0.5 質量%以上 であり、 かつ Cu リッチ相が 0.2 体積%認められた FA - 1 は、 Sn 含有量が 0.005 質量%未満 であるため、 Cu リッチ相中の Sn 量が 10 質量%に達せず、 被削性が劣っていた。 さらに、 Sn 含有量が 0.5 質量%を超える FD - 1 では熱間変形能が低く、 評価試料として製造できなかつた。

## 【0034】

表5：析出したCuリッチ相が被削性に及ぼす影響

試験番号	時効処理	Cuリッチ相			バイト摩耗時間(分)	被削性	区分
		析出量 (体積%)	Sn濃度 (質量%)	In濃度 (質量%)			
FA-1	あり	0.32	5.2	—	192	◎	従来技術
FA-2	なし	0.14	5.4	—	121	×	比較例
FB-1	あり	0.33	12.3	—	289	◎	本発明例
FB-2	なし	0.08	10.5	—	110	×	比較例
FC-1	あり	0.38	43.7	—	487	◎	本発明例
FC-2	なし	0.04	42.1	—	98	×	比較例
FD-1	—	【熱延不可】					比較例
FE-1	あり	0.18	35.2	—	151	×	本発明例
FE-2	なし	0.02	37.1	—	122	×	比較例
FF-1	あり	0.34	81.0	—	501	◎	本発明例
FG-1	あり	0.51	77.0	—	332	◎	本発明例
FH-1	あり	0.28	62.1	—	391	◎	本発明例
FI-1	あり	0.39	68.4	—	444	◎	本発明例
FJ-1	あり	0.41	51.2	—	298	◎	本発明例
FK-1	あり	0.27	—	71.2	401	◎	本発明例
FL-1	あり	0.27	71.2	—	401	◎	本発明例
FM-1	あり	0.51	78.8	—	476	◎	本発明例
FN-1	なし	—	—	—	151	○	比較例

時効処理：820°C × 10時間

## 【0035】

## 【実施例4】

表4の鋼材FCを用いて、実施例3と同じ条件で供試材を作製した。得られた

供試材に、450～950°C及び0.5～11時間の範囲で条件を種々変更した時効処理を施した。時効処理後の各供試材について、実施例3と同様に被削性を調査した。その結果を表6に示すが、500～900°Cで1時間以上時効処理された試験番号FC-4, FC6～FC10は、10質量%以上のSnを含むCuリッチ相の析出量が0.2体積%以上となっており、被削性に優れていた。他方、時効処理温度が500～900°Cの範囲にあっても、時効処理時間が1時間に満たない試験番号FC-5では、Sn含有量が10質量%以上のCuリッチ相が0.2体積%に達せず、被削性に劣っていた。また、時効処理温度が500°C未満、あるいは900°Cを超えると、Cuリッチ相の析出量が0.2体積%未満となり、被削性に劣っていた。

以上の結果から、被削性の改善には、0.5質量%以上のCu含有量、10質量%以上のSn又はInを含有するCuリッチ相が0.2体積%以上の析出が必要であることが確認された。また、Cuリッチ相を0.2体積%以上で析出させるためには、500～900°C×1時間以上の時効処理が必要であることが判る。

## 【0036】

表 6：時効処理条件が Cu リッチ相の析出及び被削性に及ぼす影響

試験番号	時効処理		Cu リッチ相		バイト摩耗時間(分)	被削性	区分
	温度(℃)	時間(時)	析出量(体積%)	Sn 濃度(質量%)			
FC - 3	450	8	0.11	52.3	125	×	比較例
FC - 4	500	8	0.32	57.4	177	◎	本発明例
FC - 5	500	0.5	0.17	49.8	131	×	比較例
FC - 6	500	1	0.22	51.1	169	◎	本発明例
FC - 7	600	10	0.29	59.2	181	◎	本発明例
FC - 8	700	9	0.44	50.1	192	◎	本発明例
FC - 9	800	11	0.41	60.1	200	◎	本発明例
FC - 10	900	9	0.42	55.5	202	◎	本発明例
FC - 11	950	8	0.10	52.3	127	×	比較例

## 【0037】

## 【発明の効果】

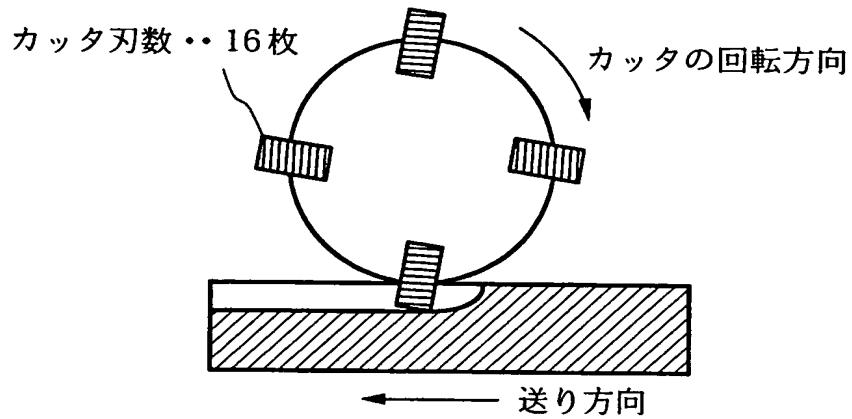
以上に説明したように、本発明のマルテンサイト系又はフェライト系ステンレス鋼においては、0.5 質量%以上の Cu と 0.005 質量%以上の Sn 又は In を添加し、1.0 質量%以上の Sn 又は In を含有する Cu リッチ相を 0.2 体積%以上の割合でマトリックスに析出分散させているため、被削性に優れた材料である。しかも、被削性改善のために S, Pb, Bi, Se 等の有害元素を含んでいないため、環境対策上の問題も解消される。このようにして、本発明に従ったマルテンサイト系ステンレス鋼又はフェライト系ステンレス鋼は、必要形状に切削加工され、家庭電気器具、家具調度品、厨房機器、各種機械・器具、機器等の材料として広範な分野で使用される。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】 被削性評価試験方法を説明する図

【書類名】 図面

【図 1】



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】 S、PbやSe等の快削性付与元素を含有させずに環境に悪影響を及ぼすことがなく、Cuリッチ相の分散析出により被削性を改善したマルテンサイト系及びフェライト系ステンレス鋼を提供する。

【構成】 このマルテンサイト系又はフェライト系ステンレス鋼は、Sn又はInを10質量%以上含むCuリッチ相を0.2体積%以上の割合でマトリックスに分散析出させている。Cuリッチ相は、熱間圧延後から最終製品となるまでの間に500～900℃の温度範囲で1時間以上加熱保持する時効処理を1回以上施すことによりマトリックスに分散析出する。マルテンサイト鋼では、C:0.01～0.5質量%，Cr:10～15質量%を含み、又フェライト鋼では、C:0.001～0.1質量%，Cr:15～30質量%を含み、更にSi:1.0質量%以下、Mn:1.0質量%以下、Ni:0.60質量%以下、Cu:0.5～6.0質量%を含む鋼が使用される。更に必要に応じてS:0.15質量%未満、Nb:0.01～1.0質量%，Ti:0.01～1質量%，Mo:3質量%以下、Zr:1質量%以下、Al:1質量%以下、V:1質量%以下、B:0.05質量%以下及び希土類元素(REM):0.05質量%以下の1種又は2種以上を含むものでもよい。

【選択図】 なし

**認定・付加情報**

特許出願の番号	特願2001-205349
受付番号	50100989392
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成13年 7月 6日

**<認定情報・付加情報>**

【提出日】	平成13年 7月 5日
-------	-------------

次頁無

出証特2003-3081949

特願 2001-205349

出願人履歴情報

識別番号 [00004581]

1. 変更年月日 1990年 8月22日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都千代田区丸の内3丁目4番1号  
氏 名 日新製鋼株式会社